

## LAS TORMENTAS EN LA ZONA DE TERUEL. CONDICIONES SINOPTICAS

Antonio Alastrué Tierra  
Meteorólogo

### Introducción

El interés del presente trabajo está motivado por intentar una clasificación, lo más exhaustiva posible sobre la tipología de las tormentas en una zona tan favorable como es la constituida por las estribaciones del Sistema Ibérico, y Teruel en particular. Hemos intentado investigar la causa que originaba cada una de las tormentas producidas, habiendo encontrado que son del tipo general, o sea, la advección de una masa fría con tres subtipos: gota fría, acción del chorro y acción frontal, que son los que hemos estudiado.

Se ha dividido el desarrollo de este trabajo en 3 apartados. El primero denominado "*Las Tormentas*", trata de una descripción general de cómo se producen éstas y los factores más señalados para el caso de Teruel; el segundo, denominado "*Subtipos*", que hace alusión a los 3 tipos antes señalados; y el tercer capítulo, que es el estudio de casos concretos. Por último se incluye un Apéndice que completa algunas ideas aquí desarrolladas.

Al final se ha introducido un Anexo de Figuras, con ejemplos de los 3 subtipos antes señalados.

### I.—LAS TORMENTAS

Surgen como suma de dos factores fundamentalmente:

- Aire frío en la parte alta de la columna atmosférica.

- Aire húmedo cálido en las capas bajas, que aumente la higrolabilidad.

Las tormentas las clasificaremos según la intensidad de la precipitación en:

- Muy débil cuando la precipitación es inferior a 1 l/m<sup>2</sup>.
- Débil cuando la precipitación es menor de 5 y mayor de 1.
- Moderada cuando la precipitación es menor de 20 y mayor de 5.
- Fuerte cuando la precipitación es menor de 50 y mayor de 20.
- Muy fuerte cuando la precipitación es mayor de 50 l/m<sup>2</sup>.

El gradiente adiabático de una masa saturada en su ascenso vertical es de 0,65° C/100 m de ascenso. Y el gradiente para una masa seca o incluso húmeda, pero no saturada, es aproximadamente 1° C/100 m de ascenso. Es decir el gradiente señalado en primer lugar (I) favorece ascensos muy rápidos, lo cual se llama higrolabilidad del aire húmedo. Esto se comprueba al explicar la inestabilidad en los diagramas termodinámicos, en los cuales la curva de evolución se sitúa a la derecha de la curva de estado y por tanto hay inestabilidad, pues una burbuja que siguiera la primera, por ejemplo ascendiendo, se encontraría más caliente que el aire que la rodea y por tanto tendería a seguir ascendiendo, luego inestable, es decir, habrá desarrollo nuboso y en su caso precipitaciones.

### Frío

La advección de aire frío sobre la parte alta de nuestra columna atmosférica la clasificaremos de 3 formas:

- En forma de “gota fría” ó masa fría aislada en los altos niveles.
- En forma de frente frío, generalmente detrás del frente frío se encuentra una masa fría.
- Asociada a un chorro, y en su lado izquierdo viaja la masa fría. En hemisferio Norte.
- El resto de los casos que no sean ninguno de los 3 anteriores, es decir, por simple advección de masa fría.

### Humedad

La presencia del aire cálido y húmedo en los niveles bajos (suficientemente húmedo) se produce de varias formas:

- La más importante y de más rápidos efectos es lo que denominaremos “humedad residual”, es decir, la presencia de humedad en el ambiente como consecuencia de precipitaciones recientes, hasta el punto de no ser necesaria advección exterior.
- Si no se da el caso anterior, es necesario aporte de humedad de otras localizaciones. Varias son las posibilidades:
  - a) Cauce del Turia, ascendiendo flujo húmedo (con espesor variable, en general desde la superficie hasta 700 mb) que va adquiriendo esa humedad conforme recorre dicho valle. Viene asociado a vientos del SSW, S y SSE.
  - b) Flujo mediterráneo a través del cauce del Mijares, que vienen señalados en Teruel con vientos del SE, ESE y E.

- c) Flujo advectivo procedente del Jiloca y del pantano de S. Blas que llegan a nosotros soplando vientos del NW, WNW, y W.
- d) Flujo advectivo del río Alfambra (siguiendo el cauce del río), que soplan sobre nosotros del N, NNE y NE.

### Relieve

Finalmente convendría añadir un factor que no por menos conocido es menos importante, como es el relieve muy marcado que tiene toda la comarca de Teruel. Tanto es así, que su mera presencia contribuye a desencadenar procesos que en otros terrenos no se desencadenarían y otros procesos más favorables para cualquier terreno, en éste se refuerzan con gran intensidad. Es obvio que el proceso de formación nubosa y en particular la formación de los Cumulonimbos (nubes de tormenta) tiene muchísimo que ver con los ascensos de masas de aire a grandes altitudes; y es obvio que este fenómeno está sobredimensionado en las áreas de relieve abrupto como es la comarca de Teruel.

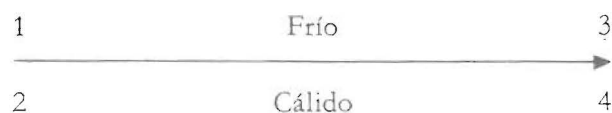
## II.—SUBTIPOS DE TORMENTAS

Consideraremos varios casos:

### Acción del chorro

El chorro tiene una acción turbulenta en su entorno lo que unido al relieve antes citado, tiende a inestabilizar las masas de aire más cálidas y húmedas de los niveles inferiores.

Las configuraciones del chorro (generalmente se sitúan en la topografía de 300 hpa), señalan claramente las áreas en las que se producirá vorticalidad ciclónica en los niveles superficiales.



Veamos la tipología:

a) Si el chorro tiene un trazado zonal, se señalarán 4 regiones (ver figura).

- Región 1, lado frío de la región entrada.
- Región 2, lado cálido de la región entrada.
- Región 3, lado frío de la región salida.
- Región 4, lado cálido de la región salida.

La acción turbulenta y la vorticidad del chorro es perceptible hasta 150 millas a ambos lados del eje (ya que por producirse convergencia del aire hacia el eje hay ascendencia del aire), pero a nosotros nos interesa como actúa a mayor distancia de las 150 millas señaladas, veamos en sus diferentes regiones:

- Región 3 (delante a izda.) hay vorticidad ciclónica en superficie.
- Región 2 (detrás a dcha.) hay vorticidad ciclónica en superficie.
- Región 1 (detrás a izda.) hay vorticidad anticiclónica en superficie.
- Región 4 (delante a dcha.) hay vorticidad anticiclónica en superficie.

Evidentemente donde se señala vorticidad ciclónica hay posibilidad de nubosidad de desarrollo vertical e inclusive pueden producirse tormentas, siempre que se cumplan las otras condiciones.

b) Si no es zonal el chorro, pueden darse prácticamente dos casos:

i) Que el eje del chorro tenga marcada curvatura ciclónica, y entonces es en toda su área de influencia, tanto a su lado izdo como en el derecho donde son sentidos sus efectos ciclónicos (en superficie).

ii) Que el eje del chorro tenga curvatura anticiclónica, lo que provoca efectos inestabilizadores sólo distinguibles en el lado izdo, casi anulándose en el derecho.

### Acción de gota fría

El aislamiento de una masa fría en los altos niveles es uno de los factores más favorables para provocar inestabilidad con relativa rapidez, hasta el punto de que si se realiza un estudio de inestabilidad en un momento determinado aquélla no es detectada, y sin embargo 12 horas después aparece una gran inestabilidad.

La configuración casi circular en las topografías de 500 hpa con una isoterma cerrada de bajos valores y concéntrica con la anterior es una figura típica de este caso.

Las zonas más favorables para que haya inestabilidad vienen señaladas con más exactitud en los sectores Sur y Este de la Baja, produciéndose fundamentalmente los Cb en las zonas de corriente de componente Sur.

Como sabemos, nuestra área por ser montañosa refuerza el efecto ascenso-descenso de las masas de aire y es inestabilizadora.

Por lo dicho anteriormente si utilizamos como Índice el «Isoin» de Castejón, convendrá repetir su cálculo cada 12 horas para que no nos sorprenda la aparición de tormentas (se pueden utilizar otros índices como el de Showalter, SWEAT u otros).

Como cuantificación aproximada para los 2 casos señalados hasta el momento *GOTA FRÍA* y *CHORRO* presentamos la siguiente clasificación que se ha visto es válida (en general) para el caso de Teruel:

— Isoin entre 26 y 29 = precipitaciones inapreciables.

— Isoin entre 30 y 33 = precipitaciones mayores de 1 y menores de 5 l/m<sup>2</sup>

— Isoin entre 33 y 36 = precipitaciones mayores de 5 l/m<sup>2</sup>

— Isoin mayor de 36 = precipitaciones fuertes.

— Isoin menor de 26, sin precipitación, aunque pueden darse tormentas secas (con sólo aparato eléctrico y truenos).

### Acción de Sistema frontal

La acción de un sistema frontal, en particular de un frente frío, es notoria, (aunque también en ocasiones es activo uno cálido) con el aporte de masas frías en altura que penetran conforme lo hace el frente, pues éste lo podemos situar en el eje de la vaguada y asociada a ella viajan isotermas de más gradiente que acaban por penetrar conforme nos desborda la vaguada; es decir cumple el primer requisito: la presencia de aire frío en altura. Para la segunda condición, el aporte húmedo, suele producirse una baja térmica en superficie que envía aire del Mediterráneo; aunque el flujo que se produzca sea muy leve es suficiente si es continuo. En general la trayectoria del frente suele ser de W a E barriando la península, aunque es bastante en nuestro caso con que barra el tercio norte peninsular.

El que el sistema frontal se refuerce o no, está en relación directa con la configuración en 500 hpa, es decir: si hay mayor o menor difluencia, si estamos claramente en el sector Este de la vaguada, si el flujo a este nivel es más nítidamente de componente Sur o inclusive SE con lo que el aporte húmedo alcanza estos niveles, y por supuesto también depende de lo acusado de la penetración cálida en superficie.

### III.—COMENTARIOS A LOS MAPAS ADJUNTOS

A) *Anexo correspondiente a la acción del chorro:*

Se presentan dos casos referentes a los días 25-7-86 y 27-8-84. En el primer caso aparece la

presencia de una vaguada, con advección de masa fría y una situación de baja térmica en superficie muy en sintonía con la época del año que se encuentra. En la topografía de 300 mb se señala la presencia de un chorro que atraviesa de SW a NE la península circulado por encima de nuestra localidad, y provocando, junto a los factores anteriores, la inestabilidad necesaria para provocar precipitaciones de 14 litros, con un Isoin de 35.

En el segundo caso tenemos una baja fría en 500, con la consiguiente baja térmica en superficie. La posición del chorro es en este caso de Norte a Sur, estando nuestra localidad en su parte izquierda delantera. La inestabilidad no es muy profunda, y así las precipitaciones no pasan de inapreciables.

Como conclusión general de este tipo podemos señalar que la acción del chorro nunca es causa única de la inestabilidad; pero sin embargo contribuye a apoyar a otros factores, aunque éstos sean débiles. En general, por lo tanto, lo encontraremos unido a los otros casos que posteriormente se apuntan.

B) *Anexo de las tormentas por gota fría:*

Se presentan cuatro casos: 25-7-87; 17-6-84; 20-6-86; 12-4-84.

Los mapas de superficie presentan una situación similar en cuanto a la actuación del flujo de levante, que es el que aporta la humedad. Los mapas de altura presentan 4 posiciones diferentes del centro de la gota fría: sobre nosotros (1.º), sobre el golfo de Cádiz (2.º), sobre el NW de Galicia (3.º), sobre Portugal (4.º). Si el centro de la baja se encuentra más hacia el Este, desaparece la acción inestabilizadora, por lo tanto es lógico pensar que la baja se encuentre en las posiciones señaladas.

Con carácter general se puede decir que es este tipo el que genera más intensas precipitaciones en las zonas de montaña, como son las de Teruel.

C) *Anexo de las tormentas de origen frontal:*

Se presentan cuatro casos: 13-5-86; 29-5-86; 7-8-86; 9-9-86.

Los mapas de superficie de los 3 primeros casos presentan flujo de levante previo a la llegada del frente frío, es decir tenemos humedad y aire frío y seco detrás, penetrando normalmente desde el Oeste, con una cierta componente del Norte. El 4.º caso es el relacionado con la inestabilización de un frente cálido por la acción del chorro. En altura, en los 3 primeros casos hay o difluencia o configuración ciclogénica o ambas.

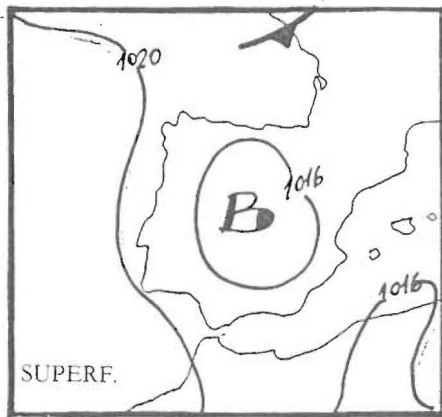
### Apéndice

Como cuestiones genéricas que conviene señalar a la hora de completar el estudio realizado vamos a citar las siguientes:

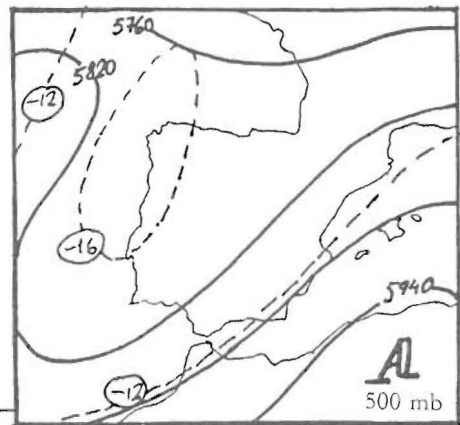
1. Los vientos en altura (500 mb) no deben ser excesivamente fuertes para evitar que la corriente siegue la cima y por lo tanto se amortigüe la tormenta. Por ello una situación sinóptica muy favorable es la que se presenta cuando hay difluencia, factor que es fundamental para la inestabilidad.
2. El punto de rocío o más exactamente la temperatura del punto de rocío conviene

que antes de la situación de tormenta baje de 10º C, de tal forma que con la corrección al nivel del mar podemos situarla alrededor de 16-18º C.

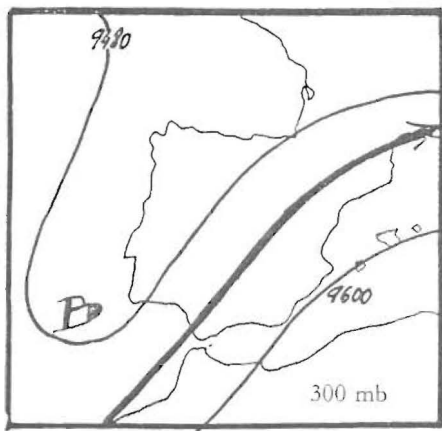
3. La presencia de líneas de Turbonada anticipándose a los frentes fríos, también son causa (poco frecuente) de fenómenos tormentosos de gran intensidad, aunque de difícil localización por la falta de estaciones meteorológicas en las cercanías.
4. El uso de diagramas termodinámicos, como el de Stüve y el oblicuo, sólo son representativos si el sondeo realizado está referido a un área cercana, es decir, a Zaragoza; el resto de sondeos, tanto Madrid, como Palma o Murcia se desvían bastante de la masa de aire que está situada sobre nuestra localidad.
5. Como consecuencia del punto anterior al buscar Indices que nos representan la inestabilidad existente encontramos que el Isoin de Castejón nos servía como referencia de aproximación al tema.
6. Con este índice se ha constatado que *en general* la presencia del GRANIZO estaba asociado a índices de Isoin superiores al valor de 35.



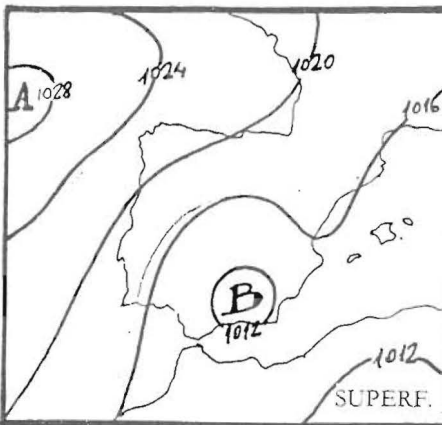
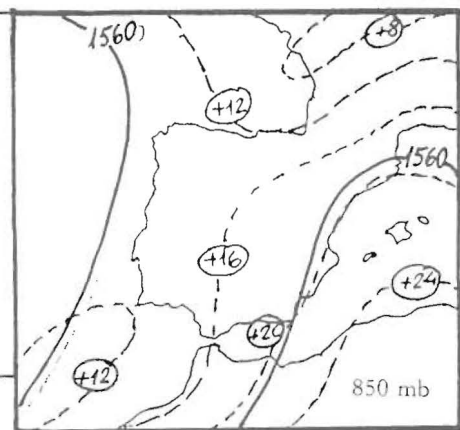
DIA



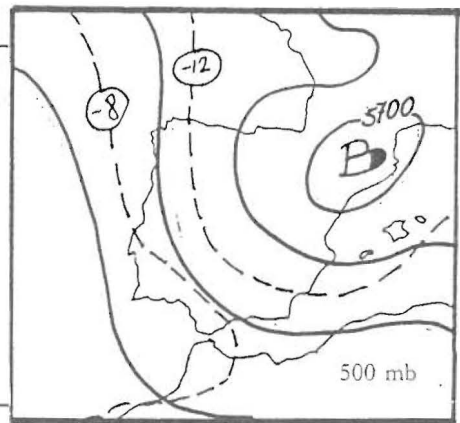
25-VII-86



ACCION

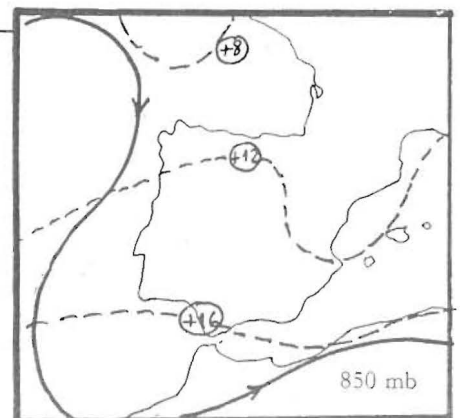
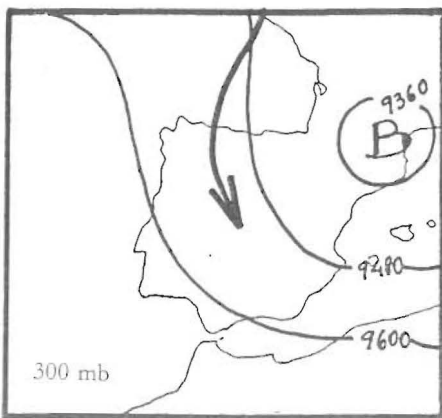


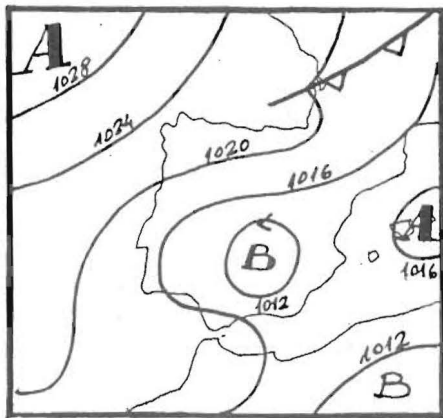
CHORRO



DIA

27-VIII-84

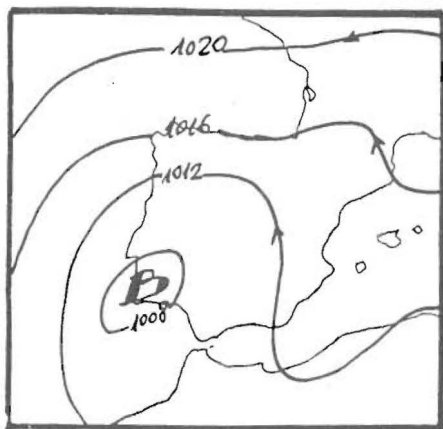
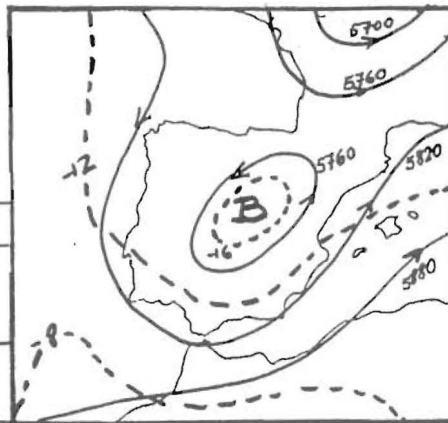




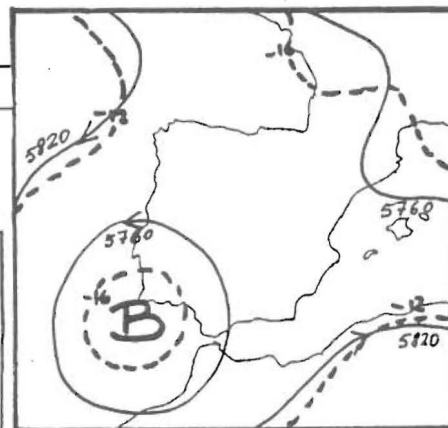
MAPAS DE SUPERFICIE

Día 25-VII-87

MAPAS DE ALTURA

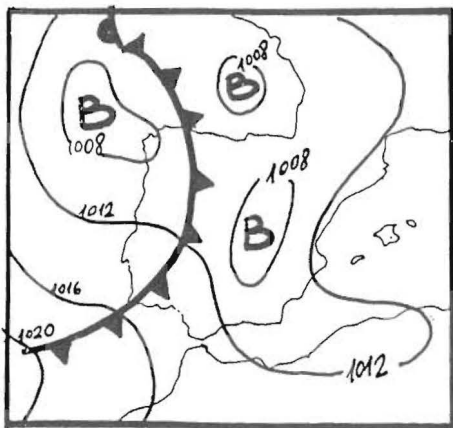


Día 17-VI-84

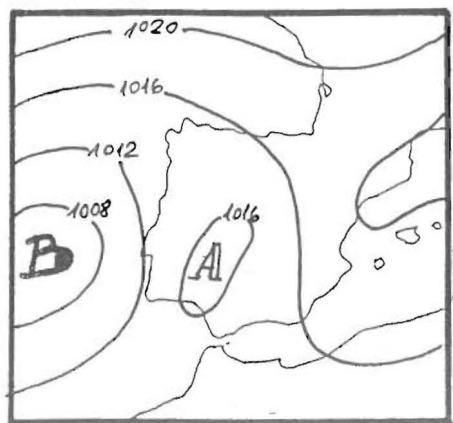
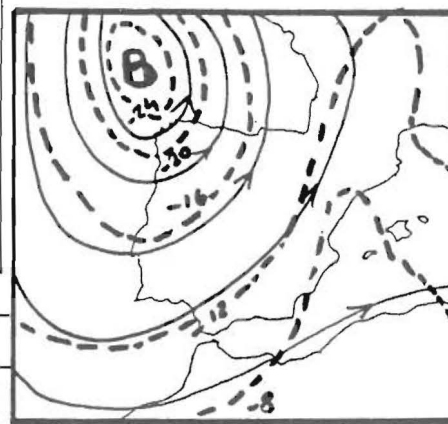


TORMENTAS DE GOTA FRIA

- Frente frío
- Frente cálido
- Isobara
- Isoter
- Chorro
- Isohip
- Gota



Día 20-VI-86



Día 12-IV-84

